

10000mレース後半に見られた疾走動作の変容

山崎 健 (新潟大学)

キーワード：エネルギー供給系、スキル系、膝関節伸展速度と疾走速度の相関

10000mレース中の疾走動作は変動する。その要因は、通常エネルギー供給系の出力レベルの変容（減少）であり、レース後半のランニングフォームの変容は疲労の進行に関連したものと評価されてきたが果たしてそうであろうか？

山崎 (2011、2014、2015) は、この要因が、3つのエネルギー供給系それぞれの変容（減少）に対応したスキル系の「適応制御」の結果ではないかとの仮説から検討を加えてきた。そして、エネルギー供給系とスキル系それぞれがマトリクス構造を持つモデルを示した (図1：2011年)。このモデルは長距離レース

のパフォーマンスが、エネルギー供給系のモード変容に対応してスキルモードを適切に選択することにより決定される可能性を示す。例えば、レース後半のクレアチンリン酸系や解糖系のエネルギー生産性の減少が、ストライドを若干短くして膝関節や足関節の弾性係数を変容させ「ハイピッチランニングモード」に切り替える可能性を示唆する。これは、森谷 (1995) の指摘する、同一作業量での1分間40回転と80回転の自転車ペダリング運動の筋線維動員の様相が異なることとの関連が考えられる。

$$Y = \begin{bmatrix} \text{PCr0} \\ \text{PCr1} \\ \text{PCr2} \\ \vdots \\ \text{PCrN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Gly0} \\ \text{Gly1} \\ \text{Gly2} \\ \vdots \\ \text{GlyN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Mtc0} \\ \text{Mtc1} \\ \text{Mtc2} \\ \vdots \\ \text{MtcN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Sm}\alpha \\ \text{Sm}\beta \\ \text{Sm}\gamma \\ \vdots \\ \text{Sm}\omega \end{bmatrix}$$

図1 パフォーマンスのマトリクスモデル (山崎：2011年を改変)

PCrはクレアチンリン酸系、Glyは解糖系、Mtcは有酸素系の各レベル(0~N)、Smはスキルモード(α~ω)を示す

山崎 (2014) は、全日本大学駅伝出場の8名の男子長距離ランナーについて動作解析を行い、実際のレース中の疾走速度と、①ストライド、②ピッチ、③膝関節伸展速度、との相関分析を行った。表1に示すように、2000m地点、4800m地点、8800m地点、でそれぞれの決定係数(相関係数)に違いがみられ、

ほぼ同一の疾走速度を維持しながらもレースの進捗に合わせてランニングスキルを変容させていることが推察された。本研究では、この8800m地点で8名中4名のランナーに見られた「疾走速度と膝関節伸展速度の負相関(図2)」について検討を行った。

スピードと膝関節伸展速度の関係(Sub.B)

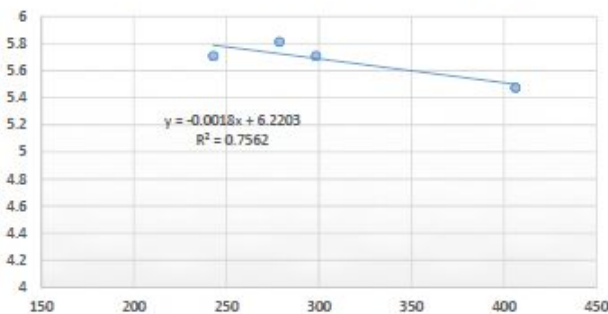


図2 疾走速度と膝関節伸展速度に負相関がみられた例 (Sub. B：8800m地点)

表 1 10000mレース中の各因子の関係 (山崎：2014年)

(◎は0.64以上、○は0.25~0.63、△0.16~0.24、*は負相関の見られたもの)

	2000m			4800m			8800m		
	Strd&Speed	Pitch&Speed	KnEx&Speed	Strd&Speed	Pitch&Speed	KnEx&Speed	Strd&Speed	Pitch&Speed	KnEx&Speed
Aub.A	○*	◎	○	○*	◎	×	×	◎	×
Sub.B	◎	×	×	△	◎	◎	◎	◎	◎*
Sub.C	×	○	×	×	○	×	×	◎	○*
Sub.D	○*	○	○*	×	◎	×	×	◎	◎*
Sub.E	◎	△	◎*	△	◎	△	◎	×	○
Sub.F	△	◎	×	○	◎	×	○	◎	○
Sub.G	◎*	◎	○*	×	◎	◎	×	◎	◎*
Sub.H	○*	×	×	×	△	△	○	◎	×

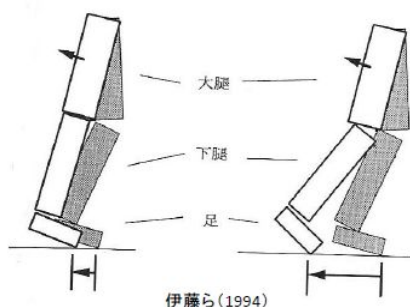


図 3 膝関節屈曲-伸展と股関節伸展との関係 (伊藤ら：1994年)

膝関節を固定気味にすると股関節の後方スイング速度が効率よく伝達される

伊藤ら(1994)は、短距離スプリント走において、膝関節の屈曲-伸展動作が、股関節伸展による脚全体の後方スイング速度を阻害する可能性を示した(図3)。本研究での後半：8800m地点で、半数のランナーに負相関がみ

られ、いずれのランナーも後半：4800m地点では見られなかった現象(内2名は2000m地点でも負相関がみられた)であることから、前半-後半で、ランニングスキルを「適応制御」させている可能性が示唆された。

<参考文献>

1. 伊藤 章・斎藤昌久・佐川和則・加藤謙一・森田正利・小木曾一之、世界一流スプリンターの技術分析 (In「第3回世界陸上競技選手権大会報告書：世界一流陸上競技者の技術」)、ベースボール・マガジン社(1994)、pp.31-49
2. 森谷敏夫、筋線維の動員特性と動作のテンポ、体育の科学 第45巻1号(1995)、pp.18-24
3. 山崎 健、10000mレース中のランニング動作の変容に関するモデルの検討、ランニング学研究 第26巻1号(2015)、pp.78-79
4. 山崎 健、運動生理学の研究から見えてくる身体運動システムの複雑さ、スポーツ社会学研究 第23巻1号(2015)、印刷中